

# 光拡散基板、透過型スクリーン、並びに表示装置

## 発明の背景

### 発明の分野

本発明は、投射型プロジェクションテレビなどの表示装置、並びに該表示装置に用いられる透過型スクリーンと、該スクリーンを構成する光拡散基板に関する。

### 背景技術

従来の透過型スクリーンの一つとして、例えば、図2に示すように、CRTプロジェクタを具備する投射型プロジェクションテレビ向けに汎用的に使用されている透過型スクリーンが公知である。

前記スクリーンは、通常、観察者側から順に、少なくとも両面レンチキュラーレンズシート20、フレネルレンズシート10の2枚のレンズシート部材から構成され、観察者側の最外位置に平坦な保護板30が配置される場合もある。

両面レンチキュラーレンズシート20は、垂直方向を長手方向とする縦長のシリンドリカルレンズを水平方向に連続して複数配列したレンズ部22、23を、両面に形成してなる構成のレンチキュラーレンズシートであり、投射側のレンズ部22は、プロジェクタから投射される映像光を水平方向に屈折拡散させる作用を、他方の観察側のレンズ部23は、投射側のレンズ部との相乗作用によりカラーシフト（軸外しで配置される3管式のプロジェクタに起因する出射光の色ずれの問題）を修正する作用を持つ。

一方、映像光は、水平のみならず垂直方向にも視域を拡げて観察者に視覚させる必要があり、垂直方向については、レンズによる屈折拡散作用でなく光拡散材による拡散作用により視域を拡げることが行なわれており、レンチキュラーレンズシートに光拡散材24を適用する手法が採用されている。

光拡散材の適用にあたっては、レンチキュラーレンズシート自体に光拡散材を混入して、レンズシート内部に光拡散材を分散させたり、または、レンズシートとは別部材として、光拡散材を含むインキをレンチキュラーレンズシートに塗布形成したり、光拡散材を練り込んで押し出し成形された樹脂シートをレンチキュ

ラーレンズシートに積層する、などの手法が適宜に採用されている。

また、両面レンチキュラーレンズシートの観察面側のシリンドリカルレンズの境界部に凸部を設け、その頂点の平坦部に墨インキなどでの印刷や転写形成などにより、遮光層 25 が形成される構成が一般的である。

遮光層 25 を形成する目的は、視覚される映像のコントラストを向上させることと、外光を吸収し、スクリーン表面での照り返しを観察者に視覚させないことが主である。

両面レンチキュラーレンズシート 20 では、露出する観察面側に凹凸があるため、ホコリ、ゴミが付着し易く、ホコリ、ゴミの付着防止、また遮光層を保護するために、保護板 30 が配置される場合もある。

通常、保護板 31 の表面に、耐擦傷性のハードコートや帯電防止処理などの表面処理層 38 が施されているのが一般的である。

近年、CRT プロジェクタを具備する投射型プロジェクションテレビ（以下、CRT 投射型リアプロジェクションテレビと称する）に対して、消費電力が少ない、軽量かつ薄型であるなどの特徴を持つ液晶プロジェクタを具備する投射型プロジェクションテレビ（以下、液晶投射型リアプロジェクションテレビと称する）が普及してきた。

特に、デジタル高精細対応などで映像ソースの高度化に伴って、高精細な液晶パネルを用いた方式のテレビの開発が盛んであり、液晶投射型リアプロジェクションテレビにおいても、明るく高解像度で、水平・垂直の双方で広い視野角を持ち、コントラストに優れ、鮮明な画像が観察できる透過型スクリーンが求められている。

CRT 投射型リアプロジェクションテレビの場合は、上記のように、RGB の 3 管により投射され、その 3 管のそれぞれの位置差によって発生するカラーシフトを修正するために、透過型スクリーンには両面レンチキュラーレンズシートが使われるのに対して、液晶投射型リアプロジェクションテレビの場合は、液晶パネルによって規定される映像光が単眼のレンズを通して投射され、位置差によるカラーシフトが発生しないため、透過型スクリーンには片面のみにレンズ部を有する片面レンチキュラーレンズシートが使用できる。

液晶投射型リアプロジェクションテレビに使用される透過型スクリーンの一例を図 3 に示す。

前記スクリーンは、少なくとも、レンチキュラーレンズシート 7 0 と、フレネルレンズシート 6 0 の 2 枚の部材で構成される。

レンチキュラーレンズシート 7 0 は、一般に、スクリーン面の垂直方向を長手方向とする縦長のシリンドリカルレンズをスクリーン面の水平方向に連続して複数配列してなるレンズ部を片面のみに形成した構成（片面レンチキュラーレンズシート）であり、映像光を水平方向に屈折拡散する作用を持つ。

観察面側となる反レンズ部側の平坦面には、両面レンチキュラーレンズシートの場合と同様に遮光層 7 5 を形成し、外光による反射防止と視覚される画像のコントラストを改善する。

また、C R T 投射型リアプロジェクションテレビの場合と同様に、光拡散材による拡散作用により視域を拡げることが必要であり、レンチキュラーレンズシートに光拡散材を適用する手法が採用される。

本出願人は、片面レンチキュラーレンズシートの遮光層上に光拡散層を形成した構成のレンチキュラーレンズシートを提案している。（特開平 9-1 2 0 1 0 1 公報）

光拡散層 8 0 としては、光拡散材を含むインキをレンチキュラーレンズシートの遮光層上に塗布形成したり、光拡散材を練り込んで押し出し成形された樹脂シート（拡散板）8 4 をレンチキュラーレンズシートに積層したりする、などの手法が適宜に採用される。

後者では、別途に製造された拡散板 8 1 を、粘着層 8 7 を介してレンチキュラーレンズシート 7 0 と貼り合わせると、レンチキュラーレンズシートの剛性を付与する作用も併せ持つことになる。

同図では、拡散板 8 1 の表面に、必要に応じて所望の表面処理（ハードコート、帯電防止、反射防止）を行なう表面処理層 8 8 が形成された光拡散層 8 0 に係る説明である。

光拡散材を分散混合した拡散板 8 1 は、表面から光拡散材 8 4 が露出しており、拡散板の表面平滑性は低い。

そのため、拡散板 80 をレンチキュラーレンズシート 70 に積層する際に、粘着性が良好でなく、粘着剤 87 の選定に制約を受けるなど、取扱いの上で問題があった。

上記スクリーン用の光拡散層にかかる出願として、本出願人による特開平 11-271510 号公報が公知である。

前記出願は、「表裏外層は光透過性樹脂であって、中間層が、拡散性微粒子を分散せしめた光透過性樹脂である 3 層構成からなることを特徴とする光拡散板」である。前記出願における解決課題は、接着剤を介して、拡散性微粒子を分散せしめた光透過性樹脂（中間層）を他のスクリーン部材（レンチキュラーレンズシートなど）に積層する場合、接着剤の影響で光拡散特性が初期の特性から変化してしまう問題や、中間層から拡散性微粒子が突出した表面状態を形成していると、光拡散板と他のスクリーン部材との密着性に問題があり、温度、湿度などの環境変化や耐久性に不安があるため、表裏外層の光透過性樹脂により、前記中間層を保護すると共に、表面の平滑性を維持することにある。

ところで、液晶投射型リアプロジェクションテレビに固有な問題に対応するためのスクリーンに適した光拡散層に対する要求がある。

液晶プロジェクタは、投影レンズの投射瞳の径が小さいため、CRT プロジェクタに比較して、以下の現象が顕著である。

プロジェクタからの入射光の中心点の輝度が局所的に高くなり（ホットスポット）、シリンドリカルレンズの並設方向に縞状に明るく見える「ホットバー」の現象。

投影画像内に視覚される不要なちらつきである「シンチレーション」の現象。

ホットバーを回避するには、光拡散性を高くすることが必要であり、シリンドリカルレンズの並設方向に直交する方向（垂直方向）の光拡散性を高くする必要がある。

そのため、光拡散層の厚さを大きくする提案が、本出願人による特開平 10-83029 号公報によりなされている。

他方、映像画質の高精細化を達成するには、解像度の低下を招かないように、光拡散層はなるべく薄い方が望ましく、ホットバー回避のためとは相反する構成

となる。

本発明は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、（特に、高精細な液晶パネルを用いた）投射型リアプロジェクションテレビ用スクリーンとして、明るく高解像度で、水平、垂直の両方向で広い視野角を持ち、コントラストに優れ、鮮明な画像が観察でき、更には、カラーシフトを減少させる透過型スクリーンを、比較的、低コストで提供することを目的とする。

### 発明の要旨

本発明の第 1 の態様は、プロジェクタからの投射光を、観察者側に配置されたレンチキュラーレンズシートに略平行光として出射するフレネルレンズシートと、該フレネルレンズシートからの出射光を受け、水平方向に並列したシリンドリカルレンズ群により、前記略平行光を水平方向に拡げて出射するレンチキュラーレンズシートとを有する透過型スクリーンであって、前記フレネルレンズシート、もしくは前記レンチキュラーレンズシートの少なくとも一方は、光拡散材が分散された光拡散基板の表面にレンズ部を構成する凹凸が形成され、前記光拡散基板は、厚さ方向に、2 層以上で光拡散材の分散される濃度が異なる。

前記光拡散基板は、前記光拡散材を練り込んで押し出し成形された樹脂シートの少なくとも一方の表面に、前記光拡散材を含むインキを塗布形成してもよく、更には、前記光拡散基板は、前記光拡散材を練り込んで押し出し成形された樹脂シートの表面に、前記光拡散材を練り込む濃度が異なる他の押し出し成形樹脂シートを積層してもよい。

また、前記光拡散材を含まない透明樹脂基板の一方の面に、前記光拡散材を含む樹脂層を 2 層以上積層してもよい。

また、前記光拡散材の分散される濃度は、前記観察者側よりも前記プロジェクタ側が高いことが好ましい。

また、前記 2 層以上の多層構成のうち、前記プロジェクタ側に分散される前記光拡散材は、無機系材料を主体とし、前記観察者側に分散される前記光拡散材は、有機系材料を主体とすることが好ましく、更には、前記フレネルレンズシート側に分散される前記光拡散材は、有機系材料であり、前記レンチキュラーレンズシ

ート側に分散される前記光拡散材は、無機系材料であることが好ましい。

また、前記光拡散基板の前記観察者側の表面には、ハードコート処理、帯電防止処理、反射防止処理から選択される少なくとも1種類の表面処理を施してもよく、更には、前記光拡散材を練り込んで押し出し成形された樹脂シートの前記観察者側の表面には、ハードコート処理、帯電防止処理、反射防止処理から選択される少なくとも1種類の表面処理を施してもよい。

本発明の第2の態様は、プロジェクタからの投射光を、観察者側に配置されたレンチキュラーレンズシートに略平行光として出射するフレネルレンズシートと、該フレネルレンズシートからの出射光を受け、水平方向に並列したシリンダリカルレンズ群により、前記略平行光を水平方向に拡げて出射するレンチキュラーレンズシートとを有する透過型スクリーンにおいて、前記フレネルレンズシートは、光拡散材が分散された光拡散基板の片面に、放射線硬化型樹脂の硬化物からなるレンズ部を構成する凹凸が形成され、他面には、垂直方向に並列した前記シリンダリカルレンズ群により、前記プロジェクタからの投射光を垂直方向に拡げて出射するレンズ部を構成する凹凸が形成されており、前記レンチキュラーレンズシートは、前記フレネルレンズシート側の基板の片面に、水平方向に並列した前記シリンダリカルレンズ群が、放射線硬化型樹脂の硬化物により形成されており、他面には、前記シリンダリカルレンズの境界部に相当する位置にストライプ状の遮光層が形成され、光拡散材を含まない透明樹脂基板の一方の面に、光拡散材を含む樹脂層を2層以上積層してなる構成の光拡散基板を、上記遮光層側に、光拡散材を含まない側が面するように積層され、前記樹脂層は、厚さ方向に、2層以上で光拡散材の分散される濃度が異なる。

本発明の第3の態様は、プロジェクタからの投射光を、観察者側に配置されたレンチキュラーレンズシートに略平行光として出射するフレネルレンズシートと、該フレネルレンズシートからの出射光を受け、水平方向に並列したシリンダリカルレンズ群により、前記略平行光を水平方向に拡げて出射するレンチキュラーレンズシートとを有する透過型スクリーンであって、前記レンチキュラーレンズシートには、光拡散層を有する光拡散基板の表面にレンズ部を構成する凹凸が形成され、前記光拡散基板は、有機系物質からなり、前記光拡散層は、形状、平均粒

径、材質のうち少なくともいずれかが異なる2種類以上の光拡散材を含有し、前記光拡散材のうち少なくとも1種類の光拡散材は、無機系物質からなる。

前記光拡散層に含まれる少なくとも2種類以上の光拡散材の形状が球形である場合、平均粒径が $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の範囲を満たす第1の光拡散材と、平均粒径が $20 \sim 50 \mu\text{m}$ の範囲を満たす第2の光拡散材とを含んでもよい。

また、前記光拡散層に含まれる少なくとも1種類の光拡散材が有機系物質からなる場合、該有機系光拡散材の平均粒径は、光拡散材が無機系物質からなる無機系光拡散材の平均粒径よりも大きいことが好ましい。

更には、前記光拡散層に含まれる、形状、平均粒径、材質のうち少なくともいずれかが異なる2種類以上の光拡散材に、更に、形状が無定形の無機系光拡散材を含んでもよい。

上記の態様によれば、基材の内部に、形状、平均粒径、材質のうち少なくともいずれかが異なる2種類以上の光拡散材を含有し、かつ該光拡散材のうち少なくとも1種類の光拡散材が無機系物質からなる光拡散層を有するレンチキュラーレンズシートと、フレネルレンズシートとを組み合わせることで、光拡散材の分散性が良く、カラーシフトが減少する透過型スクリーンが実現可能である。

本発明の第4の態様は、上記の透過型スクリーンであって、前記光拡散基板を構成する樹脂の屈折率は、前記光拡散材の屈折率よりも高い。

また、前記樹脂と前記光拡散材との屈折率比は、樹脂：光拡散材 $= 1 : 0.7 \sim 1$ の範囲に含まれることが好ましく、更に、前記樹脂と前記光拡散材との屈折率差は、 $0 \sim 0.2$ の範囲に含まれることが好ましい。

また、前記光拡散層の厚さは、 $1 \sim 60 \mu\text{m}$ の範囲に含まれ、前記光拡散材の添加量は、前記光拡散層100重量部に対して、 $5 \sim 40$ 重量部の範囲に含まれ、前記光拡散材の平均粒子径は、 $1 \sim 30 \mu\text{m}$ の範囲に含まれ、レーザー回折散乱法による平均粒子径の標準偏差は、 $6 \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

上記の態様によれば、透過型スクリーンは、光拡散層を構成する光拡散材以外の透光性樹脂の屈折率を、前記微粒子の屈折率より高く設定することで、高輝度光源を用いたプロジェクタを使用した薄型化スクリーンでも、ホットバーが減少し、シンチレーションが緩和する光拡散性スクリーンが実現可能である。

本発明の第 5 の態様は、透過／非透過（もしくは、透過／光分散）あるいは選択的な反射により表示画素が規定される画像表示素子に対して、照明光を投射して表示光を形成するタイプの表示装置であって、上記の透過型スクリーンを、単独もしくは他のレンズシートと組み合わせて備える。

本発明の第 6 の態様は、光拡散材が樹脂中に分散混合されてなる光拡散層を有する光拡散基板であって、前記光拡散層は、厚さ方向に、2 層以上で前記光拡散材の分散される濃度が異なる。

上記の態様によれば、光拡散層が多層構成なため、光拡散基板全体として、或いは、レンズシートのレンズ特性に応じた光拡散特性を所望に制御する上で好適である。

また、光拡散材の分散される濃度が均一な 1 層だけで構成される光拡散層であると、実用上で十分な光拡散性を持たせる場合、光拡散材の混合量が多くなり、表面の凹凸が顕著で荒れた感じの外観を呈すると共に、外光反射率が高くなるが、観察者側に濃度が低い光拡散層を配置することで、適度なマット感および外光反射率を持つ外観となる。

本発明の第 7 の態様は、光拡散材が樹脂中に分散混合されてなる光拡散層を有する光拡散基板であって、前記光拡散基板は、有機系物質を主体とし、前記光拡散層は、形状、平均粒径、材質のうち少なくともいずれかが異なる 2 種類以上の光拡散材を含有し、前記光拡散材のうち少なくとも 1 種類の光拡散材は、無機系物質からなる。

上記の態様によれば、光拡散基板の内部に、形状、平均粒径、材質のうち少なくともいずれかが異なる 2 種類以上の光拡散材を含有し、かつ該光拡散材のうち少なくとも 1 種類の光拡散材が無機系物質からなる光拡散層を有するので、光拡散基板全体として、或いは、レンズシートのレンズ特性に応じた光拡散特性を所望に制御する上で好適である。

#### 図面の簡単な説明

図 1 A 及び図 1 B は、本発明の第 1 の実施形態の透過型スクリーンの構成の一例を示す説明図であり、図 1 A は、斜視図であり、図 1 B は、X-Y 面で切断し



た断面図である。

図 2 は、C R T 投射型リアプロジェクションテレビ向けに使用される透過型スクリーンの構成を示す断面図である。

図 3 は、液晶投射型リアプロジェクションテレビに使用される透過型スクリーンの構成を示す断面図である。

図 4 は、本発明とは異なり、図 1 A 及び図 1 B に示すスクリーンと対照する上での構成に係る透過型スクリーンの説明図である。

図 5 は、スクリーンを視覚する方向（画角）と視覚される輝度との関係を示すグラフである。

図 6 は、観察者側に光拡散層を持つ場合、光拡散により水平視野角が広がることを概念的に示す説明図である。

図 7 は、各実施例および比較例について、スクリーン特性を示す表である。

図 8 A は、本発明の第 2 の実施形態の透過型スクリーンの一例を示した斜視図であり、図 8 B は、図 8 A に示した本発明のレンチキュラーレンズシートの A-A' 方向の断面図である。

図 9 は、本発明の一実施例としてのレンチキュラーレンズシートの異なる構成を示した A-A' 方向の断面図である。

図 1 0 は、本発明の一実施例としてのレンチキュラーレンズシートの異なる構成を示した A-A' 方向の断面図である。

図 1 1 は、本発明の一実施例としてのレンチキュラーレンズシートの異なる構成を示した A-A' 方向の断面図である。

図 1 2 は、本発明の一実施例としてのレンチキュラーレンズシートの異なる構成を示した A-A' 方向の断面図である。

図 1 3 は、本発明における無機系光拡散材を含有することを必須とする光拡散層を有する透過型スクリーンに、プロジェクタからの投影光が入射し、光拡散材により拡散されて、観察側に到達する状態を説明する説明図である。

図 1 4 は、光拡散材を用いない透過型スクリーンに、プロジェクタからの投影光が入射し、光拡散材による拡散はなく、そのまま観察側に到達する状態を説明する説明図である。

図 1 5 は、有機系光拡散材からなる光拡散層を有する透過型スクリーンに、プロジェクタからの投影光が入射し、光拡散材により拡散されて、観察側に到達する状態を説明する説明図である。

図 1 6 は、無定形の無機系光拡散材からなる光拡散層を有する透過型スクリーンと球形の有機系光拡散材からなる光拡散層を有する透過型スクリーンの拡散角度を比較した概念図である。

図 1 7 は、C I E 標準表色系として各表色系の基礎となっている X Y Z 表色系の色度 (x、y) を表すグラフである。

図 1 8 は、本発明の第 4 の実施形態の表示装置の一例である液晶投射型リアプロジェクションテレビの断面図である。

図 1 9 A 及び図 1 9 B は、本発明の他の実施形態の透過型スクリーンの構成を示す断面図である。

#### 望ましい実施態様

以下、本発明の第 1 の実施形態を説明する。

以降の説明においては、入射光を水平方向に屈折させる作用を持つレンチキュラー（レンズ部）を「水平レンチキュラー」、垂直方向に屈折させる作用を持つレンチキュラー（レンズ部）を「垂直レンチキュラー」と称することとする。

図 1 A 及び図 1 B は、本発明の透過型スクリーンの構成の一例を示す説明図であり、図 1 A は、斜視図であり、図 1 B は、X-Y 面で切断した断面図である。

フレネルレンズシート 9 0 は、光拡散基板 9 1 の片面（非プロジェクタ側）に、放射線硬化型樹脂の硬化物などの樹脂からなるレンズ部 9 2 が形成されており、他面（プロジェクタ側）には、垂直レンチキュラー 9 3 が形成されている。

光拡散基板 9 1 を構成する樹脂基材としては、ポリエステル樹脂、スチレン樹脂、アクリル樹脂、アクリルースチレン共重合樹脂、ポリカーボネート樹脂、塩化ビニル樹脂シートなどが挙げられるが、特に限定されるものではない。

また、上記樹脂基材中には、粒径 1 ～ 3 0  $\mu\text{m}$  の、主に球状のガラスビーズや樹脂架橋ビーズからなる光拡散材 9 4 が分散混合されている。

水平レンチキュラーレンズシート 1 0 0 は、基板 1 0 1 のフレネルレンズシー

ト側にシリンドリカルレンズ群 102 が放射線硬化型樹脂の硬化物などの樹脂により形成されており、他面には、シリンドリカルレンズの境界部に相当する位置にストライプ状の遮光層 105 が形成され、その上に、光拡散層（光拡散基板）200 が積層される。

基板 101 は、上記と同様に、ポリエステル樹脂、ポリスチレン樹脂、アクリル樹脂、アクリルースチレン共重合樹脂、ポリカーボネート樹脂、塩化ビニル樹脂シートなどが挙げられるが、材質はこれらに限定されるものではない。

光拡散基板 200 は、光拡散材を含まない透明樹脂基板 201 の一方の面に、光拡散材を含む樹脂層（光拡散層）208 を 2 層以上積層してなる構成であり、光拡散材を含まない側が上記遮光層 105 側に面するように、粘着層 207 を介して積層される。

光拡散基板 200 を構成する樹脂基材として、アクリル樹脂、アクリルースチレン共重合樹脂（MS 樹脂）、ポリカーボネート樹脂などの、剛性があり光線透過率の優れた樹脂板が使用できるが、特に限定されない。

光拡散層 208 は、光拡散材の分散される濃度が、基板の厚さ方向で 2 層以上に渡って異なる構成であり、同図中に拡大して示す。

本実施形態では、透明樹脂基板 201 上に第 1 光拡散層／第 2 光拡散層がこの順に形成されるが、第 2 光拡散層は表面処理の 1 つであるハードコート層を兼ねる場合であり、第 2 光拡散層を構成する処方中には、光拡散材に加えて、耐擦傷性を付与するフィラーが含まれる。

第 1 光拡散層は、シリカなどの無機系拡散材が 30 % の濃度で分散したアクリル系樹脂を膜厚 20  $\mu\text{m}$  程度でコーティングするなどして形成される。

第 2 光拡散層は、アクリルや MS などの有機架橋ビーズが 15 % の濃度で分散したアクリル系樹脂を膜厚 20  $\mu\text{m}$  程度でコーティングするなどして形成される。

第 2 光拡散層は、上記（ハードコート処理）に限られるものでなく、帯電防止処理、反射防止処理などの各種の機能を兼ねることもできる。

また、第 1 光拡散層／第 2 光拡散層には、紫外線硬化型塗料が使用される場合もある。

紫外線硬化型塗料は、一般的には皮膜形成成分としてのその構造の中にラジカ

ル重合性の二重結合又はエポキシ基を有するポリマー、オリゴマー、モノマーなどを主成分とするものであり、その他光重合開始剤や増感剤を含有する。

好ましくは、皮膜形成成分がアクリレート系の官能基を有する多官能（メタ）アクリレート系の紫外線硬化型塗料を使用することによって、特に第2層の表面硬度、透明性、耐摩擦性、耐擦傷性などに優れたハードコート層を拡散層と同時に形成することができる。

樹脂板に紫外線硬化型塗料を塗布する方法は、特に塗布厚の精度、塗布表面の平滑性などに優れたグラビアコーティング、グラビアリバースコーティング、リバースロールコーティング、オフセットグラビアコーティング方法などが好適である。

また、ハードコート層を転写層とする転写シートを用いて、転写によって形成することもできる。

紫外線硬化型塗料による第2光拡散層が、光拡散とハードコートと帯電防止とを同時に行う場合、紫外線硬化型アクリル系樹脂中に帯電防止剤として界面活性剤などの微粉末を添加するのが一般的である。この帯電防止剤の種類、添加量などは特に限定されるものではない。

反射防止層としては、第2光拡散層の表面に、低屈折率の材料、透明なフッ素系樹脂またはフッ素系無機化合物からなる薄膜を、塗布または蒸着などにより光拡散基板に形成することができるが、低屈折率の材料や形成方法については、特に限定されるものではなく、これにより、外光コントラストが改善されて、写り込みのない映像が視覚される。

光拡散基板は、光拡散特性や剛性の点から、一般に0.5～2mm程度の厚さを必要とする。

上記の実施形態の場合、フレネルレンズシート90中の光拡散基板91は、全体が光拡散材を含む樹脂層（光拡散層）であるが、光拡散基板200は、その大部分が透明樹脂基板201によって占められ、光拡散層208は厚さの比で全体の一部（約20～100μm）にすぎない。

光拡散層では、光拡散材（微粒子）とそれを分散混合する樹脂との屈折率差、全体で均一に分散混合させる上での好適な組み合わせや成形法などで様々な制約

があり、全体が光拡散層からなり十分な剛性を持つ厚さ（0.5～2mm程度）のシート状の光拡散基板は、スクリーン全体の中で占めるコスト比が高い。

上記の実施形態に係る構成によると、全体が光拡散層からなる光拡散基板は、フレネルレンズシート90側だけであり、水平レンチキュラーレンズシート100側の基板は低コストな構成であり、光拡散層は比較的薄いため、表示輝度や解像度の低下を招かずに映像画質の高精細化が達成される。

水平レンチキュラーレンズシート100側の光拡散層は複層構成であり、その組み合わせにより光拡散特性の制御が容易であるため、特に重要な「ホットバー回避」のための垂直方向の光拡散特性は、フレネルレンズシート90中の垂直レンチキュラー93のピッチ、レンズ特性（出射角度範囲）との組み合わせも含めて制御可能である。

また、フレネルレンズシート90中の垂直レンチキュラー93に応じた垂直方向の映像光の屈折拡散作用と、水平レンチキュラーレンズシート100による水平方向の屈折拡散作用との相乗作用によって、スクリーン画面の光量を均一に制御でき、均一な明るさのスクリーンが得られる。

フレネルレンズシート90中の光拡散基板91を構成する光拡散材（微粒子）94は、有機系拡散材を成分とする粒径10～100 $\mu$ mの球状の形状を主体とする。

フレネルレンズシート側の光拡散材として、上記のものが好ましい理由として、無機系拡散材では一般に形状が不定であり、ランダムな光拡散を生じるため、フレネルレンズシート側に用いると、プロジェクタからの投射光がランダムに光拡散した後、フレネルレンズ部に入射することで、フレネルレンズによる特性が損なわれることになる。

有機系拡散材を成分とする光拡散材は、形状が球状で一定のものが得やすく、フレネルレンズによる特性が損なわれることなく、水平レンチキュラーレンズシート側に出射させる上で好適なためである。

プロジェクタからの投射光がフレネルレンズシートの拡散層を透過した透過光（L a）は、平行光（L 1）と拡散光（L 2）の和で表すことができる。

この透過光（L a）が、フレネルレンズ部で光路を屈折されて、水平レンチキ

キュラーレンズシートのレンズ面に入射し、観察側に出射する。

フレネルレンズシートを通過した透過光が、水平レンチキュラーレンズシートのレンズ面に入射し、遮光層 105 以外のレンズの集光部に相当するスクリーン開口部を通過する際、拡散光 (L 2) 成分に対し平行光 (L 1) 成分が少ないため、遮光層 (BS=ブラックストライプ) の占める割合 (BS 率) が 50% 以上の場合でも、BS による蹴られが少なく、プロジェクタからの投射光の利用効率が高く、明るい表示画像を視覚することができる。

BS 率 (%) は、 $100 \times \text{遮光部} / (\text{開口部} + \text{遮光部})$  で示される。

図 4 は、透明樹脂基板 201 のみからなり光拡散層を持たない基板 200 を用いたスクリーンの構成を示す説明図であり、図 1 に示す本発明と対照する上での構成であるが、遮光層 105 よりも観察者側に光拡散層がない場合、画角が大きくなるにつれ、水平視野角が狭くなりやすい。

これは、開口部 (非 BS 部の、光が通過する部分) を通過した光が、観察面に拡散層がある場合と無い場合とを比較すると、前者は後者に比較して一層光拡散するため、全体としての視野角が広がるためである。(図 5, 図 6 参照)

図 5 は、スクリーンを視覚する方向 (画角) と視覚される輝度との関係を示すグラフであり、実線が観察者側に光拡散層を持つ場合、点線が観察者側に光拡散層を持たない場合についての特性を表す。

図 6 は、観察者側に光拡散層を持つ場合、光拡散により水平視野角が広がることを概念的に示す説明図である。

以下、本発明の第 1 の実施形態の実施例について説明する。

レンチキュラーレンズシートの観察者側に位置する光拡散基板として、透明樹脂基板に光拡散層を 2 層構成で設ける実施例 1 ~ 5 と、透明樹脂基板に光拡散層を設けない比較例 1, 全体に光拡散材が均一に分散混合された比較例 2 とを、対比して以下に説明する。

#### <実施例 1>

透明樹脂基板 (厚さ 2 mm のアクリル) の片面に、下記 (a), (b) に示す光拡散層をこの順に塗布形成した。塗布厚は、共に  $20 \mu\text{m}$  である。

(a) 有機系拡散材を濃度 30% で含む第 1 光拡散層

(b) 有機系拡散材を濃度 15% で含む第 2 光拡散層

#### <実施例 2>

透明樹脂基板（厚さ 2 mm のアクリル）の片面に、下記 (a)、(b) に示す光拡散層をこの順に塗布形成した。塗布厚は、共に 20  $\mu$ m である。

(a) 有機系拡散材を濃度 15% で含む第 1 光拡散層

(b) 有機系拡散材を濃度 30% で含む第 2 光拡散層

#### <実施例 3>

透明樹脂基板（厚さ 2 mm のアクリル）の片面に、下記 (a)、(b) に示す光拡散層をこの順に塗布形成した。塗布厚は、共に 20  $\mu$ m である。

(a) 有機系拡散材を濃度 15% で含む第 1 光拡散層

(b) 有機系拡散材を濃度 15% で含む第 2 光拡散層

#### <実施例 4>

透明樹脂基板（厚さ 2 mm のアクリル）の片面に、下記 (a)、(b) に示す光拡散層をこの順に塗布形成した。塗布厚は、共に 20  $\mu$ m である。

(a) 無機系拡散材を濃度 30% で含む第 1 光拡散層

(b) 有機系拡散材を濃度 15% で含む第 2 光拡散層

#### <実施例 5>

透明樹脂基板（厚さ 2 mm のアクリル）の片面に、下記 (a)、(b) に示す光拡散層をこの順に塗布形成した。塗布厚は、共に 20  $\mu$ m である。

(a) 有機系拡散材を濃度 30% で含む第 1 光拡散層

(b) 無機系拡散材を濃度 15% で含む第 2 光拡散層

#### <比較例 1>

表面に何も塗布しない透明樹脂基板（厚さ 2 mm のアクリル）。

#### <比較例 2>

有機系光拡散材を練り込んで押し出し成形された樹脂シート。（厚さ 2 mm の MS 樹脂）

実施例 1 ～ 5 と比較例 1、2 に係る構成の各種基板を、図 2 に示す CRT 投射型プロジェクションテレビ向け透過型スクリーン（従来の透過型スクリーン）における保護板 30 として用い、各々についてスクリーン性能を評価した。

図7は、各実施例および比較例について、スクリーン特性を示す表である。

まず、観察者側に光拡散層を設ける構成（実施例1～5）と設けない構成（比較例1）とを対比すると、比較例1では、水平方向の視野角の広さを表す $\gamma_H$ （正面＝0°における輝度が、左右方向に移動した際、1/10に低下する角度）、 $\delta_H$ （同じく、1/20に低下する際の角度）が、実施例1～5に比べて小さいことが分かる。

このことは、図5のグラフでは、点線で示す曲線（比較例1）のすそ野の部分の高さが落ちていることを意味する。

対して、実線で示す曲線（実施例1～5）のすそ野の部分は、点線よりも高い輝度を維持している。

実施例1～5と比較例2との対比は、表示映像の目視評価により鮮明度の項目で評価しているが、実施例1～5は、光拡散層が明らかに薄いため、像のボケが少なく鮮明度が高い。

次に、実施例1～5について比較すると、第2光拡散層中の光拡散材の分散濃度が低い方（実施例1, 3, 4, 5）が、高い方（実施例2）よりも、観察面が良好で、外光による表面の乱反射（外光反射率で表す）も少ない結果となっている。観察面の外観の良否は、目視評価による。

観察面の外観が良好で、外光による表面の乱反射も少なく抑えるには、最外面となる第2光拡散層の光拡散材の分散濃度が15%程度が好ましい。

視野角を拡げるためには、光拡散材の分散濃度を高くする必要があり、スクリーン用途では30%程度が好ましいとされる。

光拡散特性（視野角）を優先すると、外観を損ない表面の乱反射も多くなることは上記の通りであり、光拡散特性（視野角）を維持したまま、外観なども良好とするには、光拡散材の分散濃度を、第2光拡散層側を低く、第1光拡散層側を高くすることが好ましい。（実施例1, 4, 5）

投射型プロジェクションテレビ（CRT、液晶のいずれにおいても）の観察にあたっては、光拡散層がある程度の厚みを有する場合、角度を変えて視覚すると、光拡散層内での（視線方向の）光路長が変化することに起因して、微妙な色変化の問題が生じる。



これは、光拡散層内での（視線方向の）光路長の変化に応じて、投射表示光が光拡散材を経由する度合が変化するためと推測される。

上記の色変化は、同図中で、水平方向の色変化（ $\Delta x$ ）と垂直方向の色変化（ $\Delta y$ ）として表すが、これらは小さいほど良好である。

実施例 1， 2， 3 は有機系拡散材のみからなり、実施例 4， 5 は無機系拡散材も含むが、後者の方が色変化が少ないことが分かる。

このことは、シリカ、アルミナなどの無機系拡散材は形状が不定であり、アクリル、MS などの架橋ビーズによる球状の有機系拡散材よりも、光拡散が大きくランダムなことによるであろうと推測される。

実施例 4， 5 の比較では、第 2 光拡散層の方に光拡散性が大きい無機系拡散材を用いた実施例 4 の方が、カラーシフトが少ないことが顕著である。

以上の実施例（比較例）の説明は、図 2 に示す CRT 投射型プロジェクションテレビ向け透過型スクリーン（従来の透過型スクリーン）に、本発明による多層光拡散を適用した場合についてであったが、本発明は、液晶投射型プロジェクションテレビ向け透過型スクリーン（図 1， 3）にも適用可能である。

特に、本発明の適用が好ましいのは、図 1 の構成に係るスクリーンである。

上述のように、フレネルレンズシート側および水平レンチキュラーレンズシート側の双方で用いていた「押し出し成形などによる、全体が光拡散層からなる光拡散基板」の採用を一方のみ（フレネルレンズシート側）にし、水平レンチキュラーレンズシート側のコストを下げることができるためである。

この場合、透明樹脂基板の片面に塗布形成される程度の光拡散層の厚さでは、特に垂直方向には、十分な視野角の拡大が図れないため、プロジェクタ側に垂直レンチキュラーが形成されたフレネルレンズシートを使用する図 1 の構成に係るスクリーンが、本発明による作用・効果を最も奏することになる。

次に、本発明の第 2 の実施形態を説明する。

図 8 は、本発明のレンチキュラーレンズシートを用いてフレネルレンズシートと組み合わせた透過型スクリーンの一例を示した斜視図である。

図 8 A に示すように、本発明のレンチキュラーレンズシート 1 を用いて映像光の通過しない領域にストライプ状の遮光層 3 設け、フレネルレンズシート 2 と組

み合わせて、レンチキュラーレンズシートの光拡散層が観察者側に面し、プロジェクタ側にフレネルレンズシートを面するように組み合わせて配置されてなる構成の透過型スクリーンの例を示したものである。また、図 8 B に、本発明のレンチキュラーレンズシート 1 の A-A' 方向の断面図を示したもので、粒径の異なる 2 種類の無機系光拡散材 5 a, 5 b を分散させた基材 5 の片面に、半円柱状シリンドリカルレンズ群 4 を形成した構成の例を示したものである。

以下、透過型スクリーンのカラーシフトについて説明する。

光拡散材を用いない透過型スクリーンは、プロジェクタからの投影光がスクリーンを透過する際、光拡散材による拡散はなく、そのまま観察側に到達する（図 1 4 参照）。このため、スクリーンを介して、プロジェクタの色合成光学系の微妙な差等から生じる赤、緑、青の小さなズレがそのまま観察されてしまうため、カラーシフトが大きい。

光拡散材として有機系光拡散材を用いた従来の透過型スクリーンは、プロジェクタからの投影光がスクリーンを透過する際、光拡散材により拡散されて、観察側に到達する（図 1 5 参照）。このため、スクリーンを介して、プロジェクタの色合成光学系の微妙な差等から生じる赤、緑、青の小さなズレがそれぞれ拡散されて観察される。

本発明の無機系光拡散材を含有することを必須とするレンチキュラーレンズシートを用いた透過型スクリーンは、プロジェクタからの投影光がスクリーンを透過する際、光拡散材により拡散されて、観察側に到達する（図 1 3 参照）。このため、スクリーンを介して、プロジェクタの色合成光学系の微妙な差等から生じる赤、緑、青の小さなズレがそれぞれ拡散されて観察される。

透過型スクリーンの光拡散層を構成する基材は、プラスチック材料で構成されていることが多く、この基材と光拡散材との屈折率差に着目する。有機系光拡散材に用いる場合と無機系光拡散材に用いる場合では、前者の方が基材との屈折率差が小さく、後者の方が基材との屈折率差が大きい。基材と光拡散材の屈折率差が大きければ大きいほど、同色度が見える範囲が広くなり、カラーシフトが小さくなる効果がある。

次に、本発明におけるレンチキュラーレンズシートの光拡散層を形成する無機

系光拡散材は、形状が無定形であることが好ましい。形状が無定形であることで、カラーシフトを小さくする作用について説明する。

光拡散材の粒径に対応して、拡散角度が決定するが、図16は、光拡散材の形状が球状の場合の拡散角度曲線9bと光拡散材の形状が無定形の場合の拡散角度曲線9aを比較したものである。光拡散材の形状が無定形の場合、拡散角度を広くとることが可能である。拡散角度が大きいほど、同色度が見える範囲が広くなり、カラーシフトが小さくなる効果がある。

次に、同じ粒径の光拡散材を分散させる場合と、異なる粒径の光拡散材を2種類以上分散させる場合について、光拡散材の分散性を比較説明する。

同じ粒径の光拡散材を分散させる場合、光拡散材は基材内にマトリクス状に配列し、安定した状態を保つ傾向にある。

異なる粒径の光拡散材を2種類以上分散させる場合、同じ粒径の光拡散材で構成された安定したマトリクス状の配列状態を、大きさが異なる少なくとも1種類以上の光拡散材がマトリクス状の配列状態を乱し、光拡散材は不安定な配列状態になり、分散性が向上する。

本発明のレンチキュラーレンズシートの光拡散層に分散する少なくとも1種類以上の光拡散材を無機系光拡散材とし、有機物質からなる基材と光拡散材の屈折率差を大きくとることで、カラーシフトを小さくする効果があり、カラーシフトを減少する透過型スクリーンが実現可能である。

本発明のレンチキュラーレンズシートの光拡散層に分散する光拡散材を無定形状の無機系光拡散材とすることで、カラーシフトを減少する透過型スクリーンが実現可能である。

本発明のレンチキュラーレンズシートの光拡散層に分散する、異なる粒径の光拡散材を2種類以上分散させることで、分散性の良い透過型スクリーンが実現可能である。

本発明は、光拡散基板内部の光拡散材を、形状、平均粒径、材質が少なくとも2種類以上異なる組み合わせを持たせ、尚かつ、少なくとも1種類の材質が無機系物質にすることで、光拡散材の分散性が良く、カラーシフトが減少する透過型スクリーンが実現可能である。

以下、映像表示体として液晶プロジェクタを使用した場合の、本発明の第2の実施形態の実施例について説明する。

#### <実施例6>

光源側から、光拡散材なしのフレネルレンズシート、粒径が異なる球状の無機系光拡散材2種類を混練した光拡散層を有するレンチキュラーレンズシートの構成(図8A参照)で、色彩輝度計により色度を測定し、評価した。その評価結果を図17に示す。

図17は、現在、CIE標準表色系として各表色系の基礎となっているXYZ表色系の色度(x、y)を表すグラフである。

x(水平)、y(水平)は、水平方向で測定した色度(x、y)を、x(垂直)、y(垂直)は、垂直方向で測定した色度(x、y)を示している。また、グラフの縦軸は、色度(x、y)の大きさを示している。比較例3と比較すると、色度差は大幅に減少した。

#### <実施例7>

光源側から、光拡散材なしのフレネルレンズシート、粒径が異なる球状の無機系光拡散材2種類、無定形状の無機系光拡散材1種類を混練した光拡散層を有するレンチキュラーレンズシートの構成(図9参照)で、色彩輝度計により色度を測定し、評価した。その評価結果を図17に示す。比較例3と比較すると、色度差は大幅に減少した。

#### <実施例8>

光源側から、光拡散材なしのフレネルレンズシート、球状の有機系光拡散材1種類、有機系光拡散材より粒径が小さい無機系光拡散材1種類を混練した光拡散層を有するレンチキュラーレンズシートの構成(図10参照)で、色彩輝度計により色度を測定し、評価した。その評価結果を図17に示す。比較例3と比較すると、色度差は大幅に減少した。

#### <実施例9>

光源側から、光拡散材なしのフレネルレンズシート、球状の有機系光拡散材1種類、有機系光拡散材より粒径が小さい無機系光拡散材1種類、無定形状の無機系光拡散材1種類を混練した光拡散層を有するレンチキュラーレンズシートの構

成（図 1 1 参照）で、色彩輝度計により色度を測定し、評価した。その評価結果を図 1 7 に示す。比較例 3 と比較すると、色度差は大幅に減少した。

### ＜比較例 3＞

光源側から、光拡散材なしのフレネルレンズシート、球状の有機系光拡散材 1 種類を混練した光拡散層を有するレンチキュラーレンズシートの構成（図 1 2 参照）で、色彩輝度計により色度を測定し、評価した。その評価結果を図 1 7 に示す。色度差はかなり大きい。

次に、本発明の第 3 の実施形態を説明する。

本発明による透過型（光拡散型）スクリーンは、光拡散材（光拡散性微粒子）を分散させた透光性樹脂からなる光拡散層と、透光性基材からなり、前記光拡散材以外の樹脂の屈折率が前記光拡散材の屈折率より高く設定したものである。

ここで、前記光拡散材以外の樹脂と、前記微粒子との屈折率比は、前者を 1 としたのに対して、後者を 0.7～1 の範囲、より好ましくは 0.9～1 の範囲、更に好ましくは 0.93～1 の範囲で制御すると良い。

また、前記光拡散材以外の樹脂と、前記光拡散材との屈折率差が、屈折率差を 0～0.2 の範囲、より好ましくは 0～0.1 の範囲、更に好ましくは 0.001～0.05 の範囲で制御すると良い。

本発明による透過型スクリーンに用いられる光拡散材は、前記光拡散材以外の透光性樹脂との屈折率比、屈折率差が上記条件を満たし、透明で樹脂層への分散性に優れていることが好ましい。

また、形状は球状、特に真球状であることが更に好ましく、平均粒子径は 1～30  $\mu\text{m}$  の範囲、より好ましくは 5～20  $\mu\text{m}$  の範囲が良い。

また、レーザー回折散乱法による平均粒子径の標準偏差が 6  $\mu\text{m}$  以下、より好ましくは 5  $\mu\text{m}$  程度が良い。

添加量は、光拡散層 100 重量部に対し、5～40 重量部の範囲、より好ましくは 10～30 重量部の範囲が良い。

このような光拡散材に用いられる微粒子としては、具体的には、アクリル系樹脂、ポリウレタン系樹脂、ポリアミド系樹脂等からなる有機高分子化合物の微粒子や、シリカ等の無機化合物の微粒子が挙げられる。

本発明による透過型スクリーンに用いられる前記光拡散材以外の透光性樹脂は、前記光拡散材との屈折率比、屈折率差が上記条件を満たし、透明で、前記微粒子の分散性に優れ、尚かつ透光性基材との密着性に優れていることが好ましい。

また、折り曲げたときにクラックが発生しにくい柔軟性が優れていると更に好ましい。

この樹脂層の材質としては、上記条件を満たすものであれば特に制限はないが、例えば熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、紫外線等のエネルギー線硬化型樹脂等が挙げられる。

また、樹脂層の厚さ、即ち光拡散層の厚さは、コントラスト低下を防ぐため、 $1 \sim 60 \mu\text{m}$ の範囲、より好ましくは $20 \sim 50 \mu\text{m}$ の範囲が良い。

本発明による透過型スクリーンの透光性基材の材料は、透明な基材が好ましく、例えばプラスチック基材等が挙げられるが、特に制限はない。

プラスチックとしては、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、紫外線等のエネルギー線硬化型樹脂等が使用でき、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン樹脂、ポリエチレンテレフタレート等のポリオレフィン樹脂、トリアセチルセルロース、ブチルセルロース等のセルロース樹脂、ポリスチレン、ポリウレタン、塩化ビニル、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂等が挙げられる。

基材の厚みは特に制限はないが、軽量化、コストダウンの方面から、好ましくは $10 \sim 1000 \mu\text{m}$ の範囲、より好ましくは $30 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ の範囲が良い。

また、光拡散層との密着性を高めるため、該基材の表面に様々な処理を施すことも可能である。処理の方法としては例えば、コロナ処理、アンカー処理、蝕食処理、シランカップリング剤による処理等が挙げられる。

以下、本発明による透過型スクリーンを有したレンチキュラーレンズシートを用いた透過型スクリーンに於いて、実施例を用いて説明する。

ここで、映像表示体は液晶プロジェクタを使用し、光源側から光拡散基板なしのフレネルレンズシート、本発明による透過型スクリーンを有したレンチキュラーレンズシートの構成とした。

#### <実施例 10>

光拡散層に分散された光拡散材以外の樹脂の屈折率は、前記光拡散性微粒子の屈折率より高く設定しており、光拡散材以外の透光性樹脂との屈折率比が0.97、屈折率差が0.05、前記光拡散材は、アクリル系樹脂からなる有機高分子化合物、前記樹脂の材質はアクリル系樹脂からなる光拡散層を有した透過型スクリーンを用いた透過型スクリーンに於いて、ホットバー、シンチレーションを目視により評価した。評価結果を表1に示した。

#### <実施例 11>

光拡散層に分散された光拡散材以外の樹脂層の屈折率は、前記光拡散材の屈折率より高く設定しており、光拡散材以外の透光性樹脂との屈折率比が0.95、屈折率差が0.08、前記光拡散材は、アクリル系樹脂からなる有機高分子化合物、前記樹脂の材質は、アクリル系樹脂からなる光拡散層を有した透過型スクリーンを用いた透過型スクリーンに於いて、ホットバー、シンチレーションを目視により評価した。評価結果を表1に示した。

#### <比較例 4>

光拡散層に分散された光拡散材以外の樹脂の屈折率は、前記光拡散材の屈折率より低く設定しており、光拡散材以外の透光性樹脂との屈折率比が1.05、屈折率差が0.08、前記光拡散材は、アクリル系樹脂からなる有機高分子化合物、前記樹脂の材質は、アクリル系樹脂からなる光拡散層を有した透過型スクリーンを用いた透過型スクリーンに於いて、ホットバー、シンチレーションを目視により評価した。評価結果を表1に示した。

[表1]

|        | ホットバー | シンチレーション |
|--------|-------|----------|
| 実施例 10 | A     | A        |
| 実施例 11 | B     | A        |
| 比較例 4  | D     | C        |

表1において、「A」は、各現象が許容範囲内で、非常に良好な画質であること

を示し、「B」は、各現象が許容範囲内で、良好な画質であることを示し、「C」は、各現象が許容範囲外で、劣悪な画質であることを示し、更に、「D」は、各現象が発生し、非常に劣悪な画質であることを示す。

表 1 の結果から、本発明による透過型スクリーンは、比較例 4 のスクリーンと比べて、ホットバーが減少し、シンチレーションが緩和されていることが確認された。

次に、本発明の第 4 の実施形態を説明する。

図 1 8 に、本発明の表示装置の一例として、液晶投射型リアプロジェクションテレビの断面図を示す。

リアプロジェクションテレビ 3 0 0 は、通常、光源 3 0 1 と、光学機器部 3 0 2 と、液晶パネル 3 0 3 と、投影レンズ 3 0 4 を有するプロジェクタから投影される映像光が、ミラー 3 0 5 を介して、フレネルレンズ部を有するフレネルレンズシートと、レンチキュラーレンズ部を有するレンチキュラーレンズシートとからなるスクリーン 3 0 6 を介し、映像光が観察者に達するように構成されている。

上記リアプロジェクションテレビ 3 0 0 に用いられるスクリーン（透過型スクリーン） 3 0 6 では、水平方向に広く、垂直方向には水平方向よりやや狭く拡散するような指向性が求められているため、水平方向の拡散要素としてはレンチキュラーレンズを、垂直方向の拡散要素としては光拡散材が分散された光拡散基板が用いられていることが一般的である。

本実施形態では、上記スクリーン 3 0 6 として、第 1 ～第 3 の実施形態で説明した透過型スクリーンが採用されるので、明るく高解像度で、水平、垂直の両方向で広い視野角を持ち、コントラストに優れ、鮮明な画像が観察でき、更には、カラーシフトを減少させた表示装置を提供することが可能となる。

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更も加え得る。

例えば、図 1 A 及び図 1 B 等示すように、上記実施形態では、透過型スクリーンは、フレネルレンズシートとレンチキュラーレンズシートとを有する構成とし、光拡散材が分散された光拡散基板は、上記フレネルレンズシート、もしくはレンチキュラーレンズシートの少なくとも一方に適用するものとしたが、本発明



は、これに限定されるものではない。例えば、本発明の光拡散基板（光拡散シート）を他の構成の透過型スクリーンに適用することも可能である。

図19A及び図19Bは、本発明の光拡散基板を他の構成の透過型スクリーンに適用した一例を示す断面図である。

図19Aにおいては、図面右側に映像光源が配置され、図面の左側に観察者が位置している。この透過型スクリーン400は、観察者側から映像光源方向に順に、光拡散基板（光拡散材入りシート、光拡散シート）401、単位レンズ402、ベースシート403が張り合わされて配置されている。さらに、隣接する各単位レンズ2の斜辺に挟まれた断面形状三角形の部分は、単位レンズ402の屈折率より低い屈折率を有する物質で埋められている。以下、この低屈折率物質で埋められている部分を「低屈折率部404」、また、必要に応じて単位レンズ402を「高屈折率部402」と表記する。

高屈折率部402の屈折率 $N_1$ と、低屈折率部404の屈折率 $N_2$ との比は、透過型スクリーン400の光学特性を得るために所定の範囲に設定されている。また、低屈折率部404と高屈折率部402とが接する斜辺が、出光面の法線（当該光拡散シートに対する垂直入射光に平行である。）となす角度は、所定の角度 $\theta$ に形成されている。

低屈折率部404は、カーボン等の顔料または所定の染料にて所定濃度に着色されている。また、光拡散基板401、及びベースシート403は、高屈折率部402と略同一の屈折率を有する材料にて構成されている。

次に、単位レンズ402内に入射した光の光路について、図19Aを参照しつつ簡単に説明する。なお、図19A及び図19Bにおいて、光 $L_1 \sim L_4$ の光路は模式的に示されたものである。

映像光源側から単位レンズ2の中央部付近に入射した垂直光 $L_1$ は、そのまま透過型スクリーン400の内部を直進して通過し、観察者に至る。映像光源側から単位レンズ402の端部付近に入射した垂直光 $L_2$ は、高屈折率部402と低屈折率部404との屈折率差により斜辺にて全反射され、所定の角度をもって観察者側に出光される。映像光源側から単位レンズ402の端部付近に角度をもって入射した光 $L_3$ は、斜辺にて全反射され、入射時とは反対方向にさらに大きな

角度をもって観察者側に出光される。斜辺に所定以上の大きな角度をもって入射する迷光L 4は、高屈折率部4 0 2と低屈折率部4 0 4との屈折率差によっても反射されることなく低屈折率部4 0 4の内部に入光する。低屈折率部4 0 4は着色されているので、迷光は低屈折率部4 0 4にて吸収され、観察者側に至ることはない。このようにして水平方向に広い視野角をもち、コントラスト、輝度の高いスクリーンを得ることができる。

更に、図1 9 Aでは、本発明の光拡散基板4 0 1は、有機系物質を主体とし、光拡散層は、形状、平均粒径、材質のうち少なくともいずれかが異なる2種類以上の光拡散材を含有し、前記光拡散材のうち少なくとも1種類の光拡散材は、無機系物質からなることを特徴としている。

また、図1 9 Bは、図1 9 Aとほぼ同一構成であるが、本発明の光拡散基板5 0 1は、有機系物質を主体とし、光拡散層は、形状、平均粒径、材質のうち少なくともいずれかが異なる2種類以上の光拡散材を含有し、前記光拡散材のうち少なくとも1種類の光拡散材は、無機系物質からなることを特徴としている。

これらの構成によれば、上記の低屈折率部4 0 4と高屈折率4 0 2との構成による、水平方向に広い視野角をもち、コントラスト及び輝度が高いという効果を、更に優れた効果とすることが可能となる。

## 特許請求の範囲

1. プロジェクタからの投射光を、観察者側に配置されたレンチキュラーレンズシートに略平行光として出射するフレネルレンズシートと、該フレネルレンズシートからの出射光を受け、水平方向に並列したシリンドリカルレンズ群により、前記略平行光を水平方向に拡げて出射するレンチキュラーレンズシートとを有する透過型スクリーンであって、

前記フレネルレンズシート、もしくは前記レンチキュラーレンズシートの少なくとも一方は、光拡散材が分散された光拡散基板の表面にレンズ部を構成する凹凸が形成され、

前記光拡散基板は、厚さ方向に、2層以上で光拡散材の分散される濃度が異なる。

2. 請求項1記載の透過型スクリーンであって、

前記光拡散基板は、前記光拡散材を練り込んで押し出し成形された樹脂シート of の少なくとも一方の表面に、前記光拡散材を含むインキを塗布形成してなる。

3. 請求項1記載の透過型スクリーンであって、

前記光拡散基板は、前記光拡散材を練り込んで押し出し成形された樹脂シートの表面に、前記光拡散材を練り込む濃度が異なる他の押し出し成形樹脂シートを積層してなる。

4. 請求項1記載の透過型スクリーンであって、

前記光拡散材を含まない透明樹脂基板の一方の面に、前記光拡散材を含む樹脂層を2層以上積層してなる。

5. 請求項1記載の透過型スクリーンであって、

前記光拡散材の分散される濃度は、前記観察者側よりも前記プロジェクタ側が高い。

6. 請求項 1 記載の透過型スクリーンであって、

前記 2 層以上の多層構成のうち、前記プロジェクタ側に分散される前記光拡散材は、無機系材料を主体とし、前記観察者側に分散される前記光拡散材は、有機系材料を主体とする。

7. 請求項 1 記載の透過型スクリーンであって、

前記フレネルレンズシート側に分散される前記光拡散材は、有機系材料であり、前記レンチキュラーレンズシート側に分散される前記光拡散材は、無機系材料である。

8. 請求項 1 記載の透過型スクリーンであって、

前記光拡散基板の前記観察者側の表面には、ハードコート処理、帯電防止処理、反射防止処理から選択される少なくとも 1 種類の表面処理が施される。

9. 請求項 1 記載の透過型スクリーンであって、

前記光拡散材を練り込んで押し出し成形された樹脂シートの前記観察者側の表面には、ハードコート処理、帯電防止処理、反射防止処理から選択される少なくとも 1 種類の表面処理が施される。

10. プロジェクタからの投射光を、観察者側に配置されたレンチキュラーレンズシートに略平行光として出射するフレネルレンズシートと、該フレネルレンズシートからの出射光を受け、水平方向に並列したシリンドリカルレンズ群により、前記略平行光を水平方向に拡げて出射するレンチキュラーレンズシートとを有する透過型スクリーンにおいて、

前記フレネルレンズシートは、光拡散材が分散された光拡散基板の片面に、放射線硬化型樹脂の硬化物からなるレンズ部を構成する凹凸が形成され、他面には、垂直方向に並列した前記シリンドリカルレンズ群により、前記プロジェクタからの投射光を垂直方向に拡げて出射するレンズ部を構成する凹凸が形成されており、

前記レンチキュラーレンズシートは、前記フレネルレンズシート側の基板の片面に、水平方向に並列した前記シリンドリカルレンズ群が、放射線硬化型樹脂の硬化物により形成されており、他面には、前記シリンドリカルレンズの境界部に相当する位置にストライプ状の遮光層が形成され、

光拡散材を含まない透明樹脂基板の一方の面に、光拡散材を含む樹脂層を2層以上積層してなる構成の光拡散基板を、上記遮光層側に、光拡散材を含まない側が面するように積層され、

前記樹脂層は、厚さ方向に、2層以上で光拡散材の分散される濃度が異なる。

11. プロジェクタからの投射光を、観察者側に配置されたレンチキュラーレンズシートに略平行光として出射するフレネルレンズシートと、該フレネルレンズシートからの出射光を受け、水平方向に並列したシリンドリカルレンズ群により、前記略平行光を水平方向に拡げて出射するレンチキュラーレンズシートとを有する透過型スクリーンであって、

前記レンチキュラーレンズシートには、光拡散層を有する光拡散基板の表面にレンズ部を構成する凹凸が形成され、

前記光拡散基板は、有機系物質を主体とし、

前記光拡散層は、形状、平均粒径、材質のうち少なくともいずれかが異なる2種類以上の光拡散材を含有し、

前記光拡散材のうち少なくとも1種類の光拡散材は、無機系物質からなる。

12. 請求項11記載の透過型スクリーンであって、

前記光拡散層に含まれる少なくとも2種類以上の光拡散材の形状が球形である場合、平均粒径が $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の範囲を満たす第1の光拡散材と、平均粒径が $20 \sim 50 \mu\text{m}$ の範囲を満たす第2の光拡散材とを含む。

13. 請求項11記載の透過型スクリーンであって、

前記光拡散層に含まれる少なくとも1種類の光拡散材が有機系物質からなる場合、該有機系光拡散材の平均粒径は、光拡散材が無機系物質からなる無機系拡散

材の平均粒径よりも大きい。

14. 請求項11記載の透過型スクリーンであって、

前記光拡散層に含まれる、形状、平均粒径、材質のうち少なくともいずれかが異なる2種類以上の光拡散材に、更に、形状が無定形の無機系光拡散材を含む。

15. 請求項1、10及び11のいずれか一項に記載の透過型スクリーンであって、

前記光拡散基板を構成する樹脂の屈折率は、前記光拡散材の屈折率よりも高い。

16. 請求項15記載の透過型スクリーンであって、

前記樹脂と前記光拡散材との屈折率比は、樹脂：光拡散材＝1：0.7～1の範囲に含まれる。

17. 請求項15記載の透過型スクリーンであって、

前記樹脂と前記光拡散材との屈折率差は、0～0.2の範囲に含まれる。

18. 請求項15記載の透過型スクリーンであって、

前記光拡散層の厚さは、1～60  $\mu\text{m}$ の範囲に含まれる。

19. 請求項15記載の透過型スクリーンであって、

前記光拡散材の添加量は、前記光拡散層100重量部に対して、5～40重量部の範囲に含まれる。

20. 請求項15記載の透過性スクリーンであって、

前記光拡散材の平均粒子径は、1～30  $\mu\text{m}$ の範囲に含まれ、レーザー回折散乱法による平均粒子径の標準偏差は、6  $\mu\text{m}$ 以下である。

21. 透過／非透過（もしくは、透過／光分散）あるいは選択的な反射により表

示画素が規定される画像表示素子に対して、照明光を投射して表示光を形成するタイプの表示装置であって、

請求項 1、10 及び 11 のいずれか一項に記載の透過型スクリーンを、単独もしくは他のレンズシートと組み合わせて備える。

22. 光拡散材が樹脂中に分散混合されてなる光拡散層を有する光拡散基板であって、

前記光拡散層は、厚さ方向に、2 層以上で前記光拡散材の分散される濃度が異なる。

23. 光拡散材が樹脂中に分散混合されてなる光拡散層を有する光拡散基板であって、

前記光拡散基板は、有機系物質を主体とし、

前記光拡散層は、形状、平均粒径、材質のうち少なくともいずれかが異なる 2 種類以上の光拡散材を含有し、

前記光拡散材のうち少なくとも 1 種類の光拡散材は、無機系物質からなる。

## 要 約 書

この透過型スクリーンは、光拡散材が樹脂中に分散混合されてなる光拡散層を有する光拡散基板において、光拡散材の分散される濃度が、厚さ方向で2層以上に異なる光拡散層を有する構成の光拡散基板を採用する。